

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-295559

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

H01S 3/18

(21)Application number : 10-097270

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC  
IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.04.1998

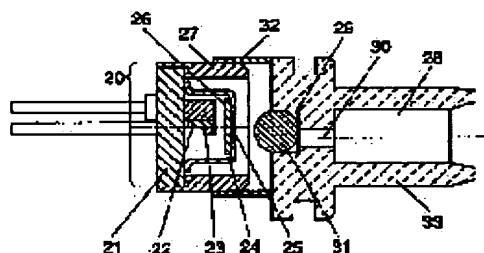
(72)Inventor : NAGAO HIDEYUKI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the semiconductor laser module of high performance for enabling mass production, lowering a price, simplifying a return light countermeasure further and facilitating assembly as well.

**SOLUTION:** In this semiconductor laser module, a first hole 28 for inserting a ferrule and a second hole 29 for inserting a lens are provided inside a receptacle 33, the center axis of the first hole 28 and the center axis of the second hole 29 are provided with an offset and return light from the lens 31 and an optical fiber end face is not fed back to a semiconductor laser. Also, the ratio of a distance from a semiconductor laser chip 23 to a lens 1 first main point and the distance from a lens second main point to the fiber end face is made less 1. Further, the diameter of a third hole 30 at the rear part of the lens 31 is made  $\geq 0.2$  mm and  $\geq 0.5$  mm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許公開番号  
特開平 11-295559  
(P11-295559A)

(43)公開日 平成 11 年 10 月 29 日(1999.10.29)

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G02B 6/42  
H01S 3/18

F I  
G02B 6/42  
H01S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平 10-097270  
(22)出願日 平成 10 年 04 月 09 日(1998.04.09)

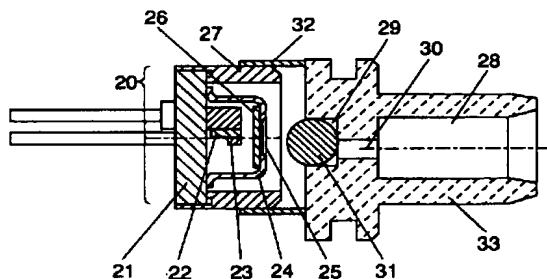
(73)特許権者 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地  
(72)発明者 長尾 英幸  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松  
下電器産業株式会社内  
(74)代理人 滝本 智之 (外 1 名)

(54)発明の名称 半導体レーザモジュール

(57)【要約】

【課題】 量産性を可能とするとともに低価格化し、更に戻り光対策を簡略化するとともにアセンブリも容易な高性能の半導体レーザモジュールを提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体レーザモジュールにおいて、レセプタクル 33 内にフェルール挿入用の第 1 の穴 28 とレンズ挿入用の第 2 の穴 29 を設け、第 1 の穴 28 の中心軸と第 2 の穴 29 の中心軸がオフセットを持つように構成し、レンズ 31 及び光ファイバ端面からの戻り光が半導体レーザに帰還しないようにする。また、半導体レーザチップ 23 からレンズ 1 第 1 主点までの距離と、レンズ 2 主点からファイバ端面までの距離の比を 1 以下とする。更に、レンズ 31 の後方の第 3 の穴 30 の直径を 0.2mm 以上で 0.5mm 以下とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】同軸型の容器内に半導体レーザチップを搭載した半導体レーザ装置を保持するレーザホルダと、前記半導体レーザチップから出射される光を集光するレンズと、

光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴と、前記レンズが挿入固定される第2の穴と、前記第1の穴と前記第2の穴を貫通する第3の穴とを有したレセプタクルと、

前記レーザホルダを光軸方向に移動可能とするとともに前記レセプタクルの一端に対して摺動可能であって且つ前記レセプタクルを光軸と垂直な方向に移動可能に接続したリングと

から構成される半導体レーザモジュールであって、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸とがオフセットを持ち、前記光ファイバに入射される光量が所望の値を示すように、前記半導体レーザ装置を保持するレーザホルダを位置決めして組み立て可能としたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】同軸型の容器内に半導体レーザチップを搭載した半導体レーザ装置を保持するレーザホルダと、前記半導体レーザチップから出射される光を集光するレンズと、光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴と、前記レンズが挿入固定される第2の穴と、前記第1の穴と前記第2の穴を貫通する第3の穴とを有したレセプタクルとから構成され、前記レーザホルダ及び前記レセプタクルが光軸と垂直な方向に移動可能とした半導体レーザモジュールであって、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸とがオフセットを持ち、前記光ファイバに入射される光量が所望の値を示すように、前記半導体レーザ装置を保持するレーザホルダを位置決めして組み立て可能としたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項3】前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸との前記オフセットの値が、 $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】前記半導体レーザチップから前記レンズの第1主点までの距離と、前記レンズの第2主点から前記ファイバ端面までの距離との比で表される像倍率が1以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項5】前記第3の穴の直径が $0.2\text{mm}$ 以上 $0.5\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信の分野で用いられる光ファイバと半導体レーザを光学的に結合するための半導体レーザモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、送信用光モジュールの光源として用いられる半導体レーザは、反射光の影響を受けやすいことが知られている。すなわち、何らかの経路によって反射光が半導体レーザの発光状態の活性層へ戻ると、反射光と発振光との干渉が生じて、レーザ発振が不安定となり、光出力の変化や発振スペクトルの変化等の現象を生じる。従って、半導体レーザの発振を安定にするためには、反射光の入射を極力抑制する必要があった。

【0003】反射戻り光の対策を講じた半導体レーザモジュールとしては、特開平8-43692号公報に開示されているものが知られている。この公報に開示された半導体レーザモジュールの断面図を図5に示す。

【0004】同図に示すように、半導体レーザモジュールは発光素子1、光学系および光ファイバ4を一体化して構成されている。発光素子1はモニタ用のフォトダイオード8及び第1レンズ2と共に基板5上に実装されている。ここで、発光素子1はチップキャリア7を介して、第1レンズ2はレンズホルダ（図示せず）を介してそれぞれ基板5上に実装されている。さらにこの基板5は、ペルチェ効果素子等の温度制御素子を介してパッケージ6の底面に固定されている。

【0005】一方、パッケージ6の一方の側面にはハーメチックガラス9で封止された窓が形成されており、この窓の外側にアイソレータ10及びレンズホルダ11が順に装着されている。レンズホルダ11は第2レンズ3を支持しており、更にレンズホルダ11の他端にはフェルールホルダ12が固定されている。光ファイバ4の端部を把持したフェルール13がフェルールホルダ12に挿入されている。

【0006】以上のように構成された半導体レーザモジュールにおいては、発光素子1から出射された出射光は第1レンズ2、アイソレータ10、第2レンズ3等を順次通過した後、最終的に光ファイバ4の端面に結合される。ここで、通常は第1レンズ2は発光素子1の放射光を平行光にする機能を有しており、また第2レンズ3は第1レンズ2から出射された平行光を光ファイバ4の入射端面に収束させる機能を有している。なお、第1レンズ2と第2レンズ3との機能を一つの光学部品に集約して、第2レンズの装着を省略したものもある。

【0007】上述のような構成の半導体レーザモジュールにおいて、第1レンズ2、アイソレータ10、第2レンズ3、光ファイバ4等の光学素子の入射面及び出射面では反射が生じる。このため、発光素子1の出射光の中心軸を第1レンズ2の中心軸からオフセットさせてい

る。

【0008】図6及び図7は従来の技術におけるオフセットを示す模式図であり、発光素子1とレンズ2の間には距離Dだけのオフセットがなされる。第2レンズ3の後の光線は第1レンズ2の中心軸から距離Lだけ離れた所にあり、発光素子のオフセット量Dが大きくなるにつれてLの値も大きくなり、発光素子への戻り光量は小さくなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のような従来の技術では、光軸の調整に多大な時間が必要である。すなわち、前述したように、反射戻り光量はオフセット量Dにより変化するため、オフセット量Dのばらつきが反射戻り光量のばらつきに帰因し、半導体レーザーモジュールの特性ばらつき要因となってしまう。従って、半導体レーザーモジュール特性を安定化させるためには、オフセット量Dのばらつきを小さくすることが必要となるが、機械的な位置決めだけでは不可能であり、次に示す観察系による調整工程をとっていた。

【0010】図8はオフセット量を測定する観察系の模式図である。図8において1は発光素子、2は第1レンズ、3は第2レンズ、14は観察用のCCDカメラ、15はレンズでありCCDカメラ14の前面に配置されている。16は画像を表示するモニタ、17は発光素子1からの出射光の光線、18は光線17の集光点を表す。

【0011】ここで、第1レンズ2の中心軸と発光素子1のオフセット量をD、集光点18と第1レンズ2の中心軸とのオフセット量をLとし、発光素子1と第1レンズ2と第2レンズ3との間の光学定数や相対位置等から算出される横倍率をMとする。このとき、LはDとMにより一意的に導くことができ、 $L = D \cdot M$ となる。すなわち、Mは定数であるため、オフセット量Lを測定できればオフセット量Dは直ちに計算される。

【0012】オフセット量Lの測定は、図8の観察系を利用して、まず第1レンズ2の中心軸をCCDカメラ14により特定してその点をメモリする。次に集光点18の位置をCCDカメラ14により特定し、第1レンズ2の中心軸と集光点18の距離がLとなる。Lが特定されるとオフセット量Dは直ちに計算される。

【0013】このように、実験的に導出した戻り光量が抑えられるオフセット量になるように発光素子1を第1レンズ2に対して移動させることで、発光素子1と第1レンズ2のオフセット調整は終了する。さらに、光ファイバ4との調整は次の方法による。

【0014】光ファイバ4の片側にはこの光ファイバ4に入射する光量をモニタする計測器（図示せず）が接続され、光ファイバ4を光軸方向及びそれに直交する方向の合計3方向に微調整し、入射する光量が最大となる位置を探す。

【0015】以上示してきたように、前述のような従来

の技術では、半導体レーザーモジュールの特性のばらつきが大きくなるか、または特性ばらつきを抑えるためには多大な光軸の調整時間が必要となり、量産性に乏しく、高価な半導体レーザーモジュールとなっていた。

【0016】そこで、本発明は、量産性を可能とするとともに低価格化し、更に戻り光対策を簡略化するとともにアセンブリも容易な高性能の半導体レーザーモジュールを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、同軸型の容器内に半導体レーザーチップを搭載した半導体レーザー装置を保持するレーザーホルダと、前記半導体レーザーチップから出射される光を集光するレンズと、光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴と、前記レンズが挿入固定される第2の穴と、前記第1の穴と前記第2の穴を貫通する第3の穴とを有したレセプタクルと、前記レーザーホルダを光軸方向に移動可能とするとともに前記レセプタクルの一端に対して摺動可能であって且つ前記レセプタクルを光軸と垂直な方向に移動可能に接続したリングとから構成される半導体レーザーモジュールであって、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸とがオフセットを持ち、前記光ファイバに入射される光量が所望の値を示すように、前記半導体レーザー装置を保持するレーザーホルダを位置決めして組み立て可能としたことを特徴とする。

【0018】この構成では、観察系による光軸調整を省略し、光軸調整を1回のみに短縮することができ、大量生産性・低価格化を図ることができ、品質の高信頼性化を図ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、同軸型の容器内に半導体レーザーチップを搭載した半導体レーザー装置を保持するレーザーホルダと、前記半導体レーザーチップから出射される光を集光するレンズと、光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴と、前記レンズが挿入固定される第2の穴と、前記第1の穴と前記第2の穴を貫通する第3の穴とを有したレセプタクルと、前記レーザーホルダを光軸方向に移動可能とするとともに前記レセプタクルの一端に対して摺動可能であって且つ前記レセプタクルを光軸と垂直な方向に移動可能に接続したリングとから構成される半導体レーザーモジュールであって、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸とがオフセットを持ち、前記光ファイバに入射される光量が所望の値を示すように、前記半導体レーザー装置を保持するレーザーホルダを位置決めして組み立て可能としたことを特徴とする半導体レーザーモジュールであり、光ファイバからの戻り光が半導体レーザーチップに帰還しないという作用を有する。

【0020】請求項2に記載の発明は、同軸型の容器内に半導体レーザチップを搭載した半導体レーザ装置を保持するレーザホルダと、前記半導体レーザチップから出射される光を集光するレンズと、光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴と、前記レンズが挿入固定される第2の穴と、前記第1の穴と前記第2の穴を貫通する第3の穴とを有したレセプタクルとから構成され、前記レーザホルダ及び前記レセプタクルが光軸と垂直な方向に移動可能とした半導体レーザモジュールであって、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸とがオフセットを持ち、前記光ファイバに入射される光量が所望の値を示すように、前記半導体レーザ装置を保持するレーザホルダを位置決めして組み立て可能としたことを特徴とする半導体レーザモジュールであり、部品点数を削減でき、光ファイバからの戻り光が半導体レーザチップに帰還しないという作用を有する。

【0021】請求項3に記載の発明は、前記第2の穴に挿入されるレンズの中心軸と前記第1の穴に挿入される光ファイバの中心軸との前記オフセットの値が、 $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザモジュールであり、結合効率の低下を招かずに光ファイバからの戻り光を低減するという作用を有する。

【0022】請求項4に記載の発明は、前記半導体レーザチップから前記レンズの第1主点までの距離と、前記レンズの第2主点から前記ファイバ端面までの距離との比で表される像倍率が1以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の半導体レーザモジュールであり、像倍率を1以下にしたため、半導体レーザチップの位置ずれに対し結合効率の変化が小さくなるという作用を有する。

【0023】請求項5に記載の発明は、前記第3の穴の直径が $0.2\text{mm}$ 以上 $0.5\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の半導体レーザモジュールであり、平行光束に近い光のみを透過させるため、半導体レーザチップの位置ずれに対し結合効率の変化が小さくなるという作用を有する。

【0024】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態である半導体レーザモジュールを示す断面図である。

【0025】図1において、半導体レーザ装置20は、直径 $5.6\text{mm}$ のステム21、このステム21の上に接着等により固定されたヒートシンク22、このヒートシンク22の上に固定された半導体レーザチップ23を備えている。24はキャップであり、このキャップ24は光透過用の窓25を備え、この窓25はガラス窓26により封止されている。また、ステム21には溶接あるいは接着等により筒状のレーザホルダ27を同軸配置として連結している。

【0026】33はレセプタクルであり、光ファイバが挿入固定された直径 $2.5\text{mm}$ のフェルール（図示せず）が挿入される第1の穴28と、レンズ31が挿入される第2の穴29、及び第1の穴28と第2の穴29を貫通する第3の穴30とから構成されている。レーザホルダ27はレセプタクル33に取り付けられたリング32に嵌合され、このリング32の内周に沿って光軸方向に移動可能であり、またリング32の右端はレセプタクル33の左端と光軸と垂直な方向に摺動可能な構成となっている。

【0027】ここで、レセプタクル33の第1の穴28はフェルール外径に対して数 $\mu\text{m}$ の公差で加工されるため、光ファイバの中心軸と第1の穴28の中心軸はほぼ一致すると考えてよい。一方、第2の穴29はレンズ31の外径に対し数 $\mu\text{m}$ の公差で加工されるため、レンズ31の中心軸と第2の穴29の中心軸はほぼ一致すると考えてよい。

【0028】本発明では、レンズ31の中心軸と光ファイバの中心軸がオフセットを持つことを特徴としているが、実際には第1の穴28と第2の穴29の中心軸を偏心させてレセプタクル33を加工することを意味する。上記したように、第1の穴28の中心軸と光ファイバの中心軸は一致し、第2の穴29の中心軸とレンズ31の中心軸は一致しているため、第1の穴28の中心軸と第2の穴29の中心軸を偏心させ加工すると、レンズ31の中心軸と光ファイバの中心軸は精度良く所望のオフセット量を達成することが可能となる。

【0029】なお、第1の穴28の中心軸と第2の穴29の中心軸間のオフセット量は $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下程度が好ましい。オフセット量が $100\mu\text{m}$ 未満では戻り光対策が不十分であり、半導体レーザの発振が不安定となる。また、オフセット量が $300\mu\text{m}$ を越えると光ファイバへの結合効率が低下し、半導体レーザに多大な電流を流す必要があり、消費電力の増加や発熱による半導体レーザの寿命低下を引き起こすことがある。

【0030】半導体レーザモジュールの組立方法は以下のとおりである。レンズ31が挿入固定されたレセプタクル33とレーザホルダ27に保持された半導体レーザ装置20とリング32とを組立治具上（図示せず）に固定する。半導体レーザ装置20にはレーザ駆動装置（図示せず）が接続され、半導体レーザチップ23からレーザ光が放射される。一方、レセプタクル33の第1の穴28には光ファイバが挿入固定されたフェルール（図示せず）が挿入され、光ファイバの他の一端には光ファイバ内に入射される光量をモニタする光パワーメータ（図示せず）が接続される。

【0031】上記した接続状態から、半導体レーザ装置20とレーザホルダ27の組立体をレンズ31に対して相対的に光軸方向と光軸に垂直な方向に移動させ、光パワーメータの読みが最大値を示す所を探す。光パワーメ

ータの読みが最大値を示す所にて調整は終了し、レーザホルダ27とリング32の境界線上及びリング32とレセプタクル33の境界線上を溶接あるいは接着等により固定する。

【0032】図2は、調整後の半導体レーザチップ23とレンズ31とファイバFとの位置関係を模式的に示す図である。本発明では、予めレンズ31の中心軸と光ファイバの中心軸がオフセットを持つように配置したため、調整後の半導体レーザチップ23の中心軸とレンズ31の中心軸も一致せず、従ってレンズ31面あるいはファイバ面からの戻り光は半導体レーザへ帰還することはない。

【0033】次に、像倍率を1以下にすることによる組立性の向上について説明する。図3は像倍率が1.6、1.0、0.74及び0.58のときの半導体レーザチップの軸ずれ量と光ファイバに入射される光の結合効率の関係を示す図である。図に示すように、像倍率を低くすることにより、結合効率の最大値は低下するが、軸ずれに対し広いトレランスを有することが分かる。例えば、結合効率の低下2dB以内を確保できる軸ずれ許容量は、像倍率が1.6では $\pm 10\mu\text{m}$ であるのに対し、像倍率が0.58では $\pm 20\mu\text{m}$ まで広げることが可能となる。

【0034】軸ずれ許容量が広いと、光軸合わせが容易になるばかりでなく、溶接や接着等による固定時に生じる位置ずれに対して、結合効率の変化が小さく、従って、組立性が向上し信頼性を高くすることができる。

【0035】像倍率と軸ずれ許容量との間には、像倍率が低いほど軸ずれ許容量は広くなるという関係が成立するが、特に部品公差や位置決め誤差等から要求される軸ずれ許容量を確保するためには、像倍率1以下が必要となってくる。

【0036】また、本発明では、フェルールが挿入される第1の穴28とレンズ31が挿入固定される第2の穴29との間に存在する第3の穴30の直径を0.2mm以上で0.5mm以下としている。これは、前述の軸ずれ許容量のさらなる拡大を目的としたものである。以下、第3の穴を「絞り」と呼ぶこととする。

【0037】絞り30の直径を0.2mm以上で0.5mm以下にすると、絞り30から透過する光は直径0.2mm以上で0.5mm以下の細い光束となり、光軸に対して傾斜角の小さな光線の集合体となる。光ファイバのうち、光通信に用いられるGIファイバでは、コア中心では約11度の入射角をもつ光線まで入射伝搬可能であるが、半径が大きくなるにつれて、その許容入射角は低下し、コア最外周では0度の入射角しか入射伝搬できない。つまり、絞り30の直径が十分に大きくて入射角が大きな光線を含む場合、光ファイバ中心付近で結像した理想状態では光ファイバ内を入射伝搬できるが、組立時の不注意等により軸ずれが発生した場合、結像点が光

ファイバ中心からずれてしまう。その結果、入射角の大きな光は光ファイバ内を伝搬できず結合効率の低下を招く。

【0038】一方、本発明では、レンズ31の後ろの絞り30の直径を十分に小さくしたため、その光線の入射角は低く、従って理想状態からずれ、光ファイバ中心からずれた位置に結像しても、結合効率の低下は小さい。

【0039】図4は上記説明を示す図であり、絞り30の直径が0.3mmと1.5mmを比較したものである。図4に示すように、絞り30の直径が0.3mmでは、 $\pm 15\mu\text{m}$ 以上の結合効率不変領域が存在し、結像点が多少ずれても結合効率の低下は生じず、安定性のある信頼性の高い半導体レーザモジュールを達成できることが分かる。なお、絞り30の直径の範囲は0.2～0.5mmとした。絞り30の直径が0.2mm未満では、結合効率が低すぎ、半導体レーザに多大な電流を流す必要があり、消費電力の増加や発熱による半導体レーザの寿命低下を引き起こすことがある。また、絞り30の直径が0.5mm以上では前述した様に、入射角の小さな光線の実現は難しく、十分な特性を得ることが難しい。

【0040】以上示してきたように、本発明の実施の形態では、観察系による光軸調整を省略でき、半導体レーザモジュールの光軸調整は1回だけで済み、大量生産につながり、低価格化を図ることができる。また、半導体レーザモジュールの高性能化を図ることができる。

【0041】更に、本発明の実施の形態では、位置決め許容範囲が拡大し大量生産性、低価格化を図ることができ、位置決め許容範囲内での特性劣化が抑えられ、品質の高信頼性化を図ることができる。

【0042】なお、本発明の実施の形態ではリングを挿入し半導体レーザチップが光ファイバに対し3軸方向に調整可能な構造で説明したが、リングを省略し、レーザホルダとレセプタクルが光軸と垂直な方向にのみ摺動できるような構造にしても、同様な効果が得られることは言うまでもない。

【0043】

【発明の効果】本発明では、レセプタクル内に光ファイバが挿入固定されたフェルールが挿入される第1の穴の中心軸と、レンズが挿入される第2の穴の中心軸がオフセットを持つので、レンズ及び光ファイバからの戻り光は半導体レーザチップに帰還せず、半導体レーザの発振を安定化させることができる。

【0044】また、像倍率を1以下にしたため、軸ずれ許容量を広くすることができ、半導体レーザモジュールの組立性が向上し品質の信頼性も高くなる。

【0045】更に、レンズ後の第3の穴の直径を0.2mm以上で0.5mm以下としたため、入射角の小さな光線を取り出すことができ、軸ずれに対する品質特性を安定化し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態である半導体レーザモジュールを示す断面図

【図2】 調整後の半導体レーザチップとレンズとファイバとの位置関係を模式的に示す図

【図3】 像倍率が1.6、1、0.74及び0.58のときの半導体レーザチップの軸ずれ量と光ファイバに入射される光の結合効率の関係を示す図

【図4】 本発明の一実施の形態である半導体レーザモジュールの軸ずれ特性を示す図

【図5】 従来の半導体レーザモジュールを示す断面図

【図6】 従来の技術におけるオフセットを示す模式図

【図7】 従来の技術におけるオフセットを示す模式図

【図8】 オフセット量を測定する観察系の模式図

【符号の説明】

20 半導体レーザ装置

21 ステム

22 ヒートシンク

23 半導体レーザチップ

24 キャップ

25 窓

26 ガラス窓

27 レーザホルダ

28 第1の穴

29 第2の穴

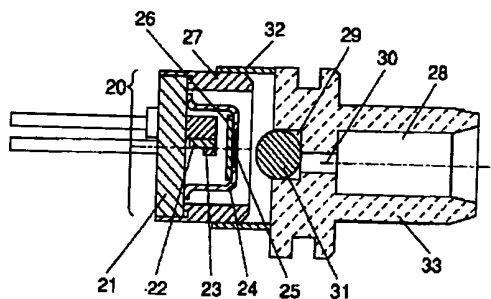
30 第3の穴

31 レンズ

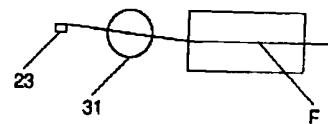
32 リング

33 レセプタクル

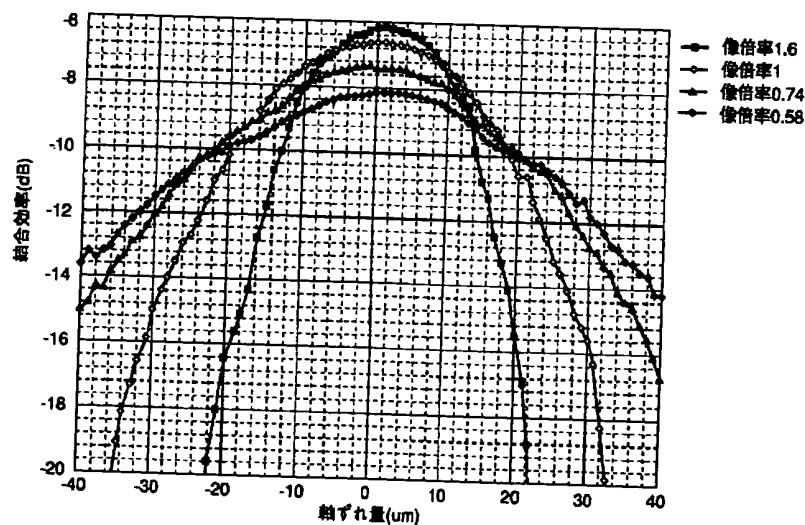
【図1】



【図2】

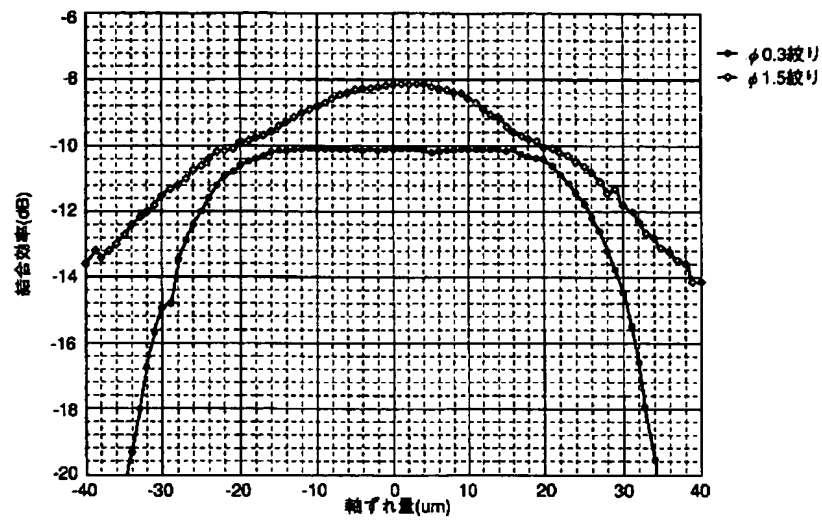


【図3】

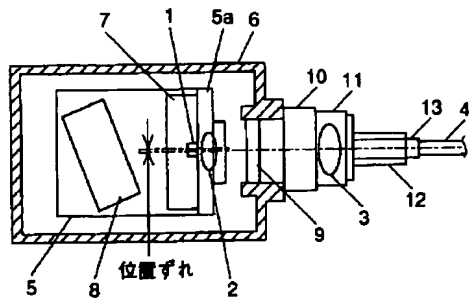




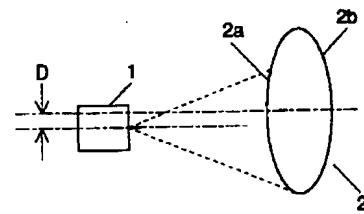
【図4】



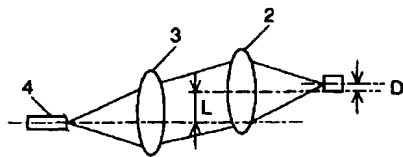
【図5】



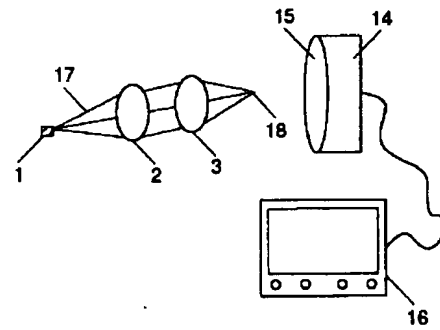
【図6】



【図7】



【図8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)